

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑤1

Int. Cl. 2:

**F 23 G 7/04**①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****DEUTSCHES****PATENTAMT****DE 28 16 282 A 1**

①1

**Offenlegungsschrift 28 16 282**

②1

Aktenzeichen:

P 28 16 282.5-13

②2

Anmeldetag:

14. 4. 78

④3

Offenlegungstag:

18. 10. 79

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

⑤4

Bezeichnung:

Abfallverbrennungsofen und Verfahren zum Verbrennen von Abfällen

⑦1

Anmelder:

Babcock-Hitachi K.K., Tokio

⑦4

Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dr.-Ing.;  
Stockmair, W., Dr.-Ing. Ae.E.; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;  
Jakob, P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte,  
8000 München

⑦2

Erfinder:

Uemura, Toshio; Watanabe, Yoshiki; Masumoto, Yoji;  
Ishikawa, Tomihisa; Kajimoto, Noboru; Kure, Hiroshima; Kawada, Shin,  
Tokio (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DE 28 16 282 A 1**

PATENTANWÄLTE

2816282

A. GRÜNECKER

DPL-ING.

H. KINKELDEY

DR-ING.

W. STOCKMAIR

DR-ING. - ABT. (CALTECH)

K. SCHUMANN

DR. RER. NAT. - DPL.-PHYS.

P. H. JAKOB

DPL-ING.

G. BEZOLD

DR. RER. NAT. - DPL.-CHEM.

8 MÜNCHEN 22

MAXIMILIANSTRASSE 43

P 12 633

Abfallverbrennungsofen und Verfahren zum  
Verbrennen von Abfällen

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- ① Abfallverbrennungsofen, g e k e n n z e i c h n e t durch einen Hohlkörper (12) mit einem offenen oberen Ende, das einen Auslass bildet und mit einem offenen unteren Ende, eine Bodenplatte (14), die das untere Ende verschliesst, eine mittlere Öffnung, die in der Bodenplatte (14) vorgesehen ist, um unter Druck stehendes Oxidationsgas in den Hohlkörper (12) einzuführen, eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordnete. Öffnungen (16), die in der Bodenplatte (14) vorgesehen sind, um unter Druck stehendes Oxidationsgas in den Hohlkörper (12)

- 2 -

909842/0504

TELEFON (089) 222862

TELEX 05-29880

TELEGRAMME MONAPAT

TELEKOPIERER

- 2 -

2816282

einzuführen, eine Oxidationsgasversorgungseinrichtung (18, 19, 20, 24) zum Zuführen des Gases zur mittleren Öffnung und zu den in Umfangsrichtung angeordneten Öffnungen (16), Wärmeübertragungsteilchen (32), die im Hohlkörper (12) vorgesehen sind und durch das in den Hohlkörper (12) eingeführte Oxidationsgas fluidisiert werden, und eine Einrichtung (28) zum Eingeben des Abfalles in den Hohlkörper (12).

2. Verbrennungsofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bodenplatte (14) konisch geformt ist.

3. Verbrennungsofen nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidationsgasversorgungseinrichtung (18, 19, 20, 24) einen Kasten (18), der die Bodenplatte (16) umgibt und in den unter Druck stehendes Gas eingeführt wird, ein Rohr (24), das mit der mittleren Öffnung verbunden ist, und ein kleineres Rohr (19) umfasst, das im Rohr (24) vorgesehen ist und einen Ringzwischenraum zwischen der Aussenseite des kleineren Rohres (19) und der Innenseite des anderen Rohres (24) bildet, wobei die Verbrennungsrückstände durch den Ringzwischenraum abgeführt werden.

4. Verbrennungsofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das fluidisierte Wärmeübertragungsmedium (32) Sand ist.

5. Verbrennungsofen nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Kühleinrichtung für den Hohlkörper (12), die einen ringförmigen Schlitz (46), der entlang einer Innenwand des Hohlkörpers (12) ausgebildet ist, und eine Einrichtung (44) zum Einführen von Luft in den Ringschlitz (46) umfasst.

6. Verbrennungsofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oxidationsgasversorgungseinrichtung (18, 19, 20, 24) eine verstellbare Einrichtung zum Einführen von Verbrennungsgas wenigstens als Teil des Oxidationsgases aufweist, das vom Auslass des Verbrennungsofens rückgeführt wird.

909842/0504

- 3 -

- 3 -

2816282

7. Verbrennungsofen nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Gaskühleinrichtung, die am Auslass des Hohlkörpers (12) vorgesehen ist.

8. Verbrennungsofen nach Anspruch 7, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Gaskühlvorrichtung Lufteinlassdüsen (56), die am Auslass des Hohlkörpers (12) vorgesehen sind, und eine Einrichtung (58) zum Zuführen von Luft zu den Düsen (56) aufweist.

9. Verfahren zum Verbrennen von Abfällen in einem Verbrennungsofen, der einen Hohlkörper mit einem offenen oberen Ende, das einen Auslass bildet, und mit einem offenen unteren Ende, eine Bodenplatte, die das untere Ende verschliesst, eine mittlere Öffnung, die in der Bodenplatte vorgesehen ist, um unter Druck stehendes Oxidationsgas in den Hohlkörper einzuführen, eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordnete Öffnungen, die in der Bodenplatte vorgesehen sind, um unter Druck stehendes Oxidationsgas in den Hohlkörper einzuführen, eine Oxidationsgasversorgungseinrichtung zum Zuführen von Gas zur mittleren Öffnung und zu den in Umfangsrichtung angeordneten Öffnungen, Wärmeübertragungsteilchen, die im Hohlkörper vorgesehen sind, und eine Einrichtung zum Eingeben der Abfälle in den Hohlkörper aufweist, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass ein Wirbelbett der Wärmeübertragungsteilchen über der Bodenplatte dadurch ausgebildet wird, dass Oxidationsgas durch die mittlere Öffnung und durch die in Umfangsrichtung angeordneten Öffnungen vertikal nach oben und horizontal in Umfangsrichtung eingeblasen wird, dass die Abfälle in das Wirbelbett eingeleitet werden, dass die Abfälle im Wirbelbett bei einer Temperatur zwischen 500°C und 1000°C verbrannt werden, dass irgendein entstehendes Verbrennungsgas von der Verbrennung in einem freien Raum über dem Wirbelbett für eine ausreichende Zeitdauer gehalten wird, die zum Verbrennen beliebiger nicht verbrannter Anteile im Verbrennungsgas erforderlich ist, dass das Verbrennungsgas vom Auslass ausgegeben wird und dass Kühlluft in den Auslass eingeblasen wird, um die Temperatur des Verbrennungsgases,

ORIGINAL INSPECTED

909842/0504

- 4 -

- 4 -

2816282

das durch den Auslass ausgegeben wird, im Bereich von 350°C bis 670°C zu halten.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , dass die Temperatur des Wirbelbettes im Bereich von 580°C bis 730°C liegt, und dass die Temperatur des ausgegebenen Verbrennungsgases im Bereich von 450°C bis 550°C liegt.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , dass die Verweilzeit zum Verbrennen beliebiger nicht verbrannter Anteile im freien Raum mehr als 3,5 Sekunden beträgt.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , dass das Verbrennungsgas, das vom Verbrennungsofen ausgegeben wird, in einen Drehofen eingeführt wird, in dem beliebige nicht verbrannte Anteile, die im Verbrennungsgas enthalten sind, verbrannt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , dass das Oxidationsgas Luft ist.

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , dass Verbrennungsgas wenigstens als Teil des Oxidationsgases eingeführt wird, das vom Auslass rückgeführt wird.

909842/0504

PATENTANWÄLTE

- 5 - 2816282

A. GRÜNECKER

DPL-ING.

H. KINKELDEY

DR-ING.

W. STOCKMAIR

DPL-ING. - AEG (CAUTION)

K. SCHUMANN

DR. RER. NAT. - DPL-PHYS.

P. H. JAKOB

DPL-ING.

G. BEZOLD

DR. RER. NAT. - DPL-CHEM.

8 MÜNCHEN 22

MAXIMILIANSTRASSE 43

14. April 1978

P 12 633

BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA6-2, 2-chome, Ohtemachi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

Abfallverbrennungsöfen und Verfahren zum Verbrennen  
von Abfällen

Die Erfindung betrifft einen Abfallverbrennungsöfen zum Verbrennen von industriellen Abfällen, wie beispielsweise von Staub und Schlamm von chemischen Industrieanlagen und von Wärmekraftwerken sowie von Abfällen, wie dem städtischen Müll.

Das Abgas von Heizkesseln, die als Brennstoff Erdöl verbrennen, enthält Staub, der über einen Sackfilter, einen Zyklonabscheider oder einen elektrischen Abscheider gesammelt wird. In der letzten Zeit sind jedoch die Maschinen und Anlagen zur Verwendung in der Stahlindustrie, der chemischen Industrie und der elektrischen Kraftwerksindustrie sehr gross geworden, wodurch

- 2 -

909842/0504

TELEFON (089) 22 28 62

TELEX 05-29 880

TELEGRAMME MONAPAT

TELEKOPIERER

-2- 6

2816282

auch die Menge an Staub, der durch den Staubabscheider gesammelt wird, in erheblichem Masse zugenommen hat. Beispielsweise beträgt die Staubmenge, die von den Staubabscheidern aus dem Abgas eines Heizkessels für eine elektrische Ausgangsleistung von 1 Million kW gesammelt wird, 1 bis 3 m<sup>3</sup> pro Stunde, obwohl diese Staubmenge von der im Abgas enthaltenen Staubmenge, der Leistungsfähigkeit des verwandten Staubabscheiders und der Staubbichte abhängt.

Der im Verbrennungsgas, das beim Verbrennen eines Erdölbrennstoffes, beispielsweise von Schweröl, entsteht, enthaltene Staub hat die folgenden die Eigenschaften:

- 1) Das spezifische Gewicht ist sehr klein und beträgt beispielsweise 0,1 bis 0,2 g/cm<sup>3</sup>.
- 2) Der Anteil an verbrennbaren Bestandteilen, beispielsweise an Kohlenstoff und Schwefelsäure, liegt bei etwa 90 %.
- 3) Der Anteil an nicht brennbaren Bestandteilen, beispielsweise an Asche, liegt bei etwa 10 %, besteht jedoch zum grössten Teil aus Elementen, wie Vanadium (V) und Nickel (Ni).

Der oben beschriebene Staub hat ein kleines spezifisches Gewicht, ist schwierig zu handhaben und schlecht zu transportieren und stellt darüberhinaus ein öffentliches Ärgernis dar, da er Staub verteilt und die Erde sauer macht. Es ist daher schwierig, diese Art des Staubes zu beseitigen. Es wurde folglich ein Verfahren angewandt, bei dem der oben beschriebene Staub verbrannt wird, um sein Volumen herabzusetzen, und bei dem die verbleibenden Elemente konzentriert werden, um sie rückzugewinnen.

Der von Wärmekraftwerken ausgegebene Schlamm wird andererseits während der Verarbeitung des Abwassers von Ausstossvorrichtungen zum Lufttransport des durch Staubabscheider gesammelten Staubes, des Abwassers von Kohlelagerplätzen usw. erzeugt. Die Beseitigung des oben beschriebenen Schlammes stellt gleich-

909842/0504

- 3 -



- 3 - 7

2816282

falls eine Belästigung der Öffentlichkeit dar. Es wurde daher ein Verfahren verwandt, bei dem der Schlamm nach einem Wasserentzug in derselben Weise wie der Staub verbrannt wird.

Es wurden daher Drehöfen und Wirbelbettöfen hauptsächlich als Verbrennungsöfen für Abfälle, wie beispielsweise Staub und Schlamm verwandt. Bei dem Verfahren, das einen Drehofen verwendet, werden ein Zusatz, der eine Erhöhung des Schmelzpunktes bewirkt, sowie ein Granulationsbeschleuniger, wie Magnesiumhydroxid, dem Staub oder Schlamm zugesetzt, der anschliessend durch eine Pelletpresse zu Pellets verarbeitet wird und in einen Drehofen geworfen wird, um dort verbrannt oder kalziniert zu werden. Bei diesem Verfahren wird der Schlamm jedoch nicht vollständig verbrannt. Um ihn besser zu verbrennen, kann es erforderlich sein, die Abmessungen des Drehofens zu erhöhen und sollten zusätzliche Einrichtungen vorgesehen sein, um die schädlichen Gasbestandteile oder die übelriechenden Bestandteile zu behandeln. Die im Abfall enthaltenen Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt, wie beispielsweise das Vanadiumpentoxid und das Natriumchlorid, haften an den Innenwänden des Drehofens. Daher sollte aufmerksam die Temperaturverteilung im Ofen überwacht werden. Bei dem Verfahren, das einen Wirbelbettöfen verwendet, wird andererseits ein Wärmeübertragungsmittel, wie beispielsweise Sand, fluidisiert, indem Gas in den Ofen eingeblasen wird, um ein Wirbelbett zu erzeugen, in dem der Abfall verbrannt wird. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass im allgemeinen pulverisierte Materialien, wie Staub und Schlamm, sich zum Fluidisieren eignen und leicht verbrannt werden, und dass die Wärmekapazität des Ofens gross ist, so dass eine Selbstverbrennung leicht aufrecht erhalten werden kann. Andererseits ergibt sich der Nachteil, dass die nicht verbrennbaren Bestandteile, die geschmolzen werden können, d.h. insbesondere die Vanadium- und Natriumverbindungen im Ofen geschmolzen werden und an den Innenwänden des Ofens haften. Beispielsweise enthält

- 4 -

909842/0504

- 4 - 8

2816282

der aus den Verbrennungsgasen von Erdölbrennstoffen abgeschiedene Staub etwa 10 % Asche, d.h. nicht verbrennbare Bestandteile, die hauptsächlich aus Vanadiumverbindungen insbesondere aus Vanadumpentoxid  $V_2O_5$  bestehen, dessen Schmelzpunkt bei  $670^\circ\text{C}$  liegt. Wenn daher der Staub in einem gewöhnlichen Wirbelbettoven im Selbstverbrennungstemperaturbereich zwischen  $700^\circ\text{C}$  und  $800^\circ\text{C}$  verbrannt wird, wird das Vanadumpentoxid  $V_2O_5$  geschmolzen, so dass es auf die Aussenfläche der Staubteilchen abgeschieden wird, wodurch die Staubteilchen an der Innenwand und am Gaseinlass für den Ofen, beispielsweise einer perforierten Platte zum Einführen des Gases in den Ofen haften. Das hat zur Folge, dass sich im Wirbelbett Schlacken bilden, so dass die Fluidisierung des Abfalles unterbrochen wird und die Verbrennung im fluidisierten Zustand erschwert wird.

Wenn weiterhin Ammoniumgas ( $\text{NH}_3$ ) als Elektrolyt zur Beschleunigung der Abscheidung des Staubes in einem elektrischen Staubabscheider oder als Reduktionsmittel zum Beseitigen von Stickstoffoxiden  $\text{NO}_x$  im Verbrennungsgas <sup>von</sup> von Erdölbrennstoffen verwandt wird, enthält der aus dem Verbrennungsgas abgeschiedene Staub eine grosse Menge von Ammoniumsulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , der durch die Reaktion des  $\text{NH}_3$  mit dem  $\text{SO}_3$  von den Schwefelbestandteilen erzeugt wird, die in dem Brennstoff enthalten sind. Das Ammoniumsulfat wird im Ofen in derselben Weise wie die Vanadiumverbindungen geschmolzen, haften an der Innenwand des Ofens und ähnlichen Bauteilen und bewirkt daher Schwierigkeiten, die den oben erwähnten Schwierigkeiten ähnlich sind.

Ziel der Erfindung ist daher ein Verbrennungsofen zum Verbrennen von industriellen Abfällen, wie beispielsweise Staub oder Schlamm, in einem Wirbelbett mit einem hohen Verbrennungswirkungsgrad.

- 5 -

909842/0504

- 5 - 9

2816282

Durch die Erfindung soll weiterhin ein Verbrennungssofen zum Verbrennen industrieller Abfälle geliefert werden, bei dem das Anhaften von Staub an der Innenwand des Ofens aufgrund des Schmelzens von Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt ausgeschlossen werden kann.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist ein Verbrennungssofen zum Verbrennen von industriellen Abfällen, bei dem die wertvollen Metalle oder Metallverbindungen, die im Abfall enthalten sind, nach der Verbrennung als Asche rückgewonnen werden können.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist ein Verbrennungssofen zum Verbrennen von industriellen Abfällen, bei dem die Abfälle, beispielsweise verbrennbarer Staub oder Schlamm, mit einem Anteil an anorganischen Verbindungen mit einem niedrigen Schmelzpunkt einer Selbstverbrennung bei einer relativ niedrigen Temperatur unterworfen werden.

Durch die Erfindung soll weiterhin ein Verfahren zum Verbrennen von industriellen Abfällen in einem Wirbelbett mit einem hohen Verbrennungswirkungsgrad geliefert werden.

Dazu wird erfindungsgemäss ein Abfallverbrennungssofen geliefert, der allgemein eine Bodenplatte, die in ihrer Mitte mit einer nach oben gerichteten Öffnung zum Einleiten von unter Druck stehendem Oxidationsgas versehen ist und eine Vielzahl von Öffnungen zum Einleiten von unter Druck stehendem Oxidationsgas aufweist, die in Umfangsrichtung jeweils am Innenumfang der Platte vorgesehen sind, eine Versorgungseinrichtung für das Oxidationsgas, zum Einblasen des Gases von der Öffnung in der Mitte der Platte und von den Öffnungen am Innenumfang der Platte jeweils, einen zylindrischen Körper, der in vertikaler Richtung an seinem unteren Ende mit der Bodenplatte verbunden ist und an seinem oberen Ende mit einem Ausgang zum Abführen des Verbrennungsgases versehen ist, Wärmeübertragungs-

909842/0504

- 6 -

2816282

- 6 - 10

teilchen, die im zylindrischen Körper enthalten sind und durch das Gas fluidisiert werden, das durch die Öffnungen in der Bodenplatte eingeblasen wird, und eine Einrichtung zum Einführen des industriellen Abfalles in den zylindrischen Körper aufweist.

Durch die Erfindung wird weiterhin ein Verfahren zum Verbrennen von industriellen Abfällen geliefert, bei dem ein Wirbelstrombett über einer perforierten Platte in einem Verbrennungsofen dadurch ausgebildet wird, dass Oxidationsgas durch die perforierte Platte in eine Richtung vertikal nach oben und horizontal in Umfangsrichtung eingeblasen wird, um die Abfälle im Wirbelbett mit einem Heizmittel zu vermischen und bei einer Temperatur von 500°C bis 1000°C zu verbrennen, bei dem das sich ergebende Verbrennungsgas im freien Raum über dem Wirbelbett für eine ausreichende Zeitdauer gehalten wird, die zum Verbrennen der nicht verbrannten Bestandteile im Verbrennungsgas erforderlich ist, und bei dem danach das Verbrennungsgas vom Auslass oberhalb des freien Raumes des Verbrennungsofens abgeführt und Kühlluft in den Auslass für das Verbrennungsgas geblasen wird, so dass die Temperatur des durch den Auslass abgeführten Gases im Bereich zwischen 350°C und 670°C gehalten werden kann.

Ein besonders bevorzugter Gedanke der Erfindung besteht in einem Abfallverbrennungsofen, der einen Hohlkörper mit einem offenen oberen Ende und einem offenen unteren Ende, eine Bodenplatte, die das untere Ende verschliesst, eine mittlere Öffnung, die in der Bodenplatte vorgesehen ist und dazu dient, unter Druck stehendes Oxidationsgas in den Hohlkörper einzuleiten, eine Vielzahl von in Umfangsrichtung angeordnete Öffnungen in der Bodenplatte zum Einführen von unter Druck stehendem Oxidationsgas in den Hohlkörper, eine Versorgungseinrichtung für Oxidationsgas zum Zuführen des Gases zur mittleren Öffnung

- 7 -

909842/0504

- 7 - 11

2816282

und zu den in Umfangsrichtung angeordneten Öffnungen, Wärmeübertragungsteilchen, die im Hohlkörper vorgesehen sind und durch das Oxidationsgas fluidisiert werden, das in den Hohlkörper eingeführt wird und eine Einrichtung zum Einleiten des Abfalles in den Hohlkörper aufweist.

Im folgenden werden anhand der zugehörigen Zeichnung bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert:

- Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens, der das Heizmittel und den Abfall enthält.
- Fig. 2 zeigt eine vergrösserte Ansicht eines Teiles des in Fig. 1 dargestellten Verbrennungsofens.
- Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht längs der Linie 3-3 in Fig. 2.
- Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens, der mit einer Wandkühleinrichtung an seiner Innenwand versehen ist.
- Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht längs der Linie 5-5 in Fig. 4.
- Fig. 6 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Temperatursteuerung für das Verbrennungsgas, das durch den Auslass eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens geht.
- Fig. 7 zeigt in einem Diagramm die Temperatur- und Druckverteilung des Verbrennungsgases in einem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen Ofens im Vergleich mit der Temperatur- und Druckverteilung eines herkömmlichen Verbrennungsofens, der ein Wirbelbett verwendet.

- 8 -

909842/0504

- 8 - 12

2816282

- Fig. 8 zeigt in einem Diagramm die bevorzugten Temperaturbereiche im Ofen und in welcher Weise die Materialien im Ofen innerhalb dieser Temperaturbereiche erfindungsgemäss thermisch zersetzt werden.
- Fig. 9 zeigt in einem Diagramm die Beziehung zwischen der Verweilzeit des Verbrennungsgases im Verbrennungsofen und der Ammoniumgaskonzentration am Auslass des Verbrennungsofens.
- Fig. 10 zeigt das Flussdiagramm eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verfahrens zum Verbrennen von industriellen Abfällen unter Verwendung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens.
- Fig. 11 zeigt das Flussdiagramm eines anderen bevorzugten Ausführungsbeispiels des Verfahrens zum Verbrennen industrieller Abfälle unter Verwendung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens.

Der grundlegende Aufbau eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens, der ein Wirbelbett verwendet, ist in Fig. 1 dargestellt, während Einzelheiten des Wirbelbettes in Fig. 2 dargestellt sind. In der Zeichnung ist der zylindrische Körper 12 des Verbrennungsofen 10 turmförmig und an seiner Aussenfläche mit einem wärmeisolierenden Material versehen. Der Körper 12 weist an seinem Boden eine konisch geformte perforierte Platte 14 mit einer Vielzahl von Düsen 16 zum Einleiten von Druckluft auf, die ein fluidisiertes Wärmeübertragungsmedium 32, das im Körper 12 enthalten ist, intensiv verwirbelt und als Oxidationsgas verwandt wird.

- 9 -

909842/0504

Wie es in Fig. 3 dargestellt ist, sind die Düsen 16 in Umfangsrichtung der konisch geformten Platte jeweils angeordnet. Eine Druckluftkammer 18 ist direkt unter der Platte 14 vorgesehen. Die Druckluftkammer 18 wird über eine Rohrleitung 20 mit Druckluft versorgt. Die konisch geformte perforierte Platte ist weiterhin an ihrem unteren Ende mit einem Druckluftzuleitungsrohr 24 versehen, dessen unteres Ende ein Ableitungsrohr für Verbrennungsreste ist. Eine Luftzuführungsdüse 19 ist durch den mittleren Teil des Druckluftzuleitungsrohres 24 hindurch geführt und Druckluft wird durch die Luftzuführungsdüse 19 in den Verbrennungsofen geblasen. Das Druckluftzuleitungsrohr 24 wird von einer Druckluftkammer 26 umgeben. Luft wird durch Düsen 27, die in der Rohrwand des Druckluftzuleitungsrohres 24 ausgebildet sind, so zugeführt, dass verhindert werden kann, dass der Rohrteil durch Verbrennungsrückstände blockiert wird.

Das Abfallmaterial wird in den Verbrennungsofen durch die Seitenwände am unteren Teil des Ofens 10 über eine Abfallfördereinrichtung, beispielsweise einen Schneckenförderer 28, eingegeben. Zusätzlich ist ein Brenner 30 vorgesehen, der durch die Seitenwand des Verbrennungsofens führt und dazu dient, den Verbrennungsvorgang in Gang zu setzen oder zu unterstützen. Die Wärmeübertragungsteilchen 32, die beispielsweise Sandteilchen sind, sind im Verbrennungsofen enthalten. Das Wärmeübertragungsmedium 32 wird in die durch Pfeile angegebene Richtung durch die Luft fluidisiert, die aus den Düsen 16 und dem Rohr 19 geblasen wird, intensiv verwirbelt, so dass sich ein Wirbelbett bildet, auf eine hohe Temperatur erhitzt und mit dem Abfall vermischt, der durch die Abfallfördereinrichtung 28 zugeführt wird. Das hat zur Folge, dass alle verbrennbaren Bestandteile des Abfalles verbrannt werden.

Die Temperatur des Wirbelbettes 34 wird über einen Temperaturfühler 36 wahrgenommen. Die Verbrennungsgase strömen durch einen freien Raum 38, d.h. einen Raum oberhalb des Wirbelbettes 34 im Ofen, einen Auslass 40, eine Leitung 42 und werden zur Aussen-

- 10 - 14

2816282

seite des Ofens abgeführt. Der Auslass 40 ist mit einem Temperaturfühler 37 versehen, der die Temperatur des Abgases wahrnimmt. Die in der perforierten Platte 14 ausgebildeten Düsen 16 sind horizontal in Umfangsrichtung der perforierten Platte 14 angeordnet. Die Düsen können jedoch auch so angeordnet sein, dass jede eine leichte nach oben gerichtete Neigung hat, um eine nach oben gehende Verwirbelung zu erreichen.

Wenn als Abfall Staub verbrannt wird, der hauptsächlich aus Ammoniumsulfat besteht, beträgt die Höhe des freien Raumes 38 vorzugsweise im allgemeinen 5 m oder mehr. Darüberhinaus ist es bevorzugt, dass die Verweilzeit der Verbrennungsgase im freien Raum 38 etwa 3,5 bis 4,0 Sekunden oder mehr bei einer Temperatur von etwa 650°C bis 700°C beträgt und dass die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase 0,5 bis 1,0 m/sek. beträgt.

Die Temperatur des Wirbelbettes liegt erfindungsgemäss zwischen 500°C und 1000°C, was von den Eigenschaften des zu verbrennenden Abfalles abhängt. Wenn übliche Industrieabfälle verbrannt werden, wird die Temperatur im Bereich von 550°C bis 800°C gehalten. Wenn Staub verbrannt wird, der aus dem Abgas von Heizkesseln für ein Wärmekraftwerk abgeschieden wird, so wird die Temperatur im Bereich zwischen 550°C bis 780°C und vorzugsweise von 580°C bis 730°C gehalten. Wenn die Temperatur unter 550°C liegt, wird der im Staub enthaltene nicht verbrannte Kohlenstoff nicht vollständig verbrannt. Wenn die Temperatur über 780°C liegt, werden die in den Verbrennungsrückständen enthaltenen Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt in unerwünschter Weise auf die Innenwand und die perforierte Bodenplatte des Verbrennungsofens aufgeschmolzen.

Um zu vermeiden, dass die Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt auf die Innenwand im freien Raum 38 des Verbrennungsofens aufgeschmolzen werden, ist es wünschenswert, Kühlluft längs der inneren Seitenwand strömen zu lassen und

- 11 -

909842/0504



- 11 - 15

2816282

um den Verbrennungsbereich im freien Raum herum einen Kaltluftvorhang zu bilden. Das hat zur Folge, dass die Temperatur der Innenwand des Verbrennungssofens unter der Temperatur des Schmelzpunktes der Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt, d.h. im Falle von Vanadiumpentoxid, unter  $670^{\circ}\text{C}$  liegt. Ein Beispiel der Kühleinrichtung für die Innenwand ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt. Wie es in der Zeichnung dargestellt ist, sind längs der Innenwand, die den freien Raum 38 umgibt, in den Verbrennungssofen mehrere Lufteinführungsleitungen 44 eingesetzt, deren Öffnungen zum freien Raum zu nach oben gerichteten Schlitzfen 46 ausgebildet sind, so dass die Luft, die durch den Lufteinführungsleitungen 44 eingeführt wird, nach oben an der Innenwand des Verbrennungssofens entlang strömen kann. Die in den Verbrennungssofen durch die Schlitzfen 46 eingeführt Luft strömt an der Innenwand des Verbrennungssofens in einer Richtung entlang, die durch den Pfeil 48 angegeben ist, so dass sich ein Kaltluftvorhang bildet. Ein Anstieg der Temperatur der Innenwand des freien Raumes 38 und ein Anhaften des Staubes an der Innenwand aufgrund eines Schmelzens der Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt kann somit verhindert werden.

Die Verbrennungsgase, die durch den freien Raum 38 gehen und vom Auslass oberhalb des freien Raumes 38 abgeführt werden, enthalten beispielsweise geschmolzene Vanadiumverbindungen. Wenn die Verbrennungsgase jedoch direkt durch den Auslass 40 in einen Leitungskanal 42 eingeführt werden, haften die Vanadiumverbindungen an der Innenwandfläche des Kanals 42. Aus diesem Grunde können Düsen 54 zum Einführen von Kühleungs-luft durch ein Lufteinführungsrohr 50 und eine Ringsammel-leitung 52 in der Innenwand vor dem Leitungskanal im oberen Teil des freien Raumes 38 vorgesehen sein. Die Verbrennungsgase werden auf eine Temperatur unter der Temperatur des Schmelzpunktes der Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt, d.h. im Falle von Vanadiumpentoxid, auf eine Temperatur unter  $670^{\circ}\text{C}$  dadurch abgekühlt, dass Kühleungs-luft in den oberen Teil

- 12 -

909842/0504

- 12 - 16

2816282

des freien Raumes durch die Düsen hindurch eingebracht wird. Das hat zur Folge, dass die Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt koagulieren, wodurch verhindert wird, dass diese Verbindungen an der Innenwand des Leitungskanals 42 haften.

Um die Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt zu koagulieren, die im Verbrennungsgas enthalten sind, das vom Auslass 40 abgeführt wird, und um die Korrosion, beispielsweise durch das Schwefelsäuregas, das in den Abgasen enthalten ist, herabzusetzen, ist es möglich, eine Kühleinrichtung für das Abgas und eine Temperatursteuereinrichtung für das Abgas in dem Leitungskanal 42 vorzusehen, der mit dem Auslass 40 in Verbindung steht. Ein Beispiel einer derartigen Einrichtung ist in Fig. 6 dargestellt.

Die Einrichtung zum Zuführen der Kühllungsluft ist im Grundaufbau mit der in Fig. 5 dargestellten Einrichtung identisch. Es ist insbesondere eine Vielzahl von Zufühdüsen 56 für die Kühllungsluft in der Seitenwand des Leitungskanals 42 neben dem Auslass 40 für die Abgase vorgesehen, und die Kühllungsluft wird den Düsen 46 über eine Ringsammelleitung 58 zugeführt. Die Kühllungsluft kann über ein unabhängiges Gebläse oder derart zugeführt werden, dass eine Rohrleitung 64 von einer Hauptrohrleitung 62 eines Haupthochleistungsgebläses 60 abzweigt und die Rohrleitung 64 über ein Steuerventil 66 für die Strömungsgeschwindigkeit der Kühllungsluft mit der Ringsammelleitung 58 in Verbindung steht. Die Temperatur des Abgases, das aus dem Auslass 40 strömt, wird über einen Temperaturfühler 68 wahrgenommen und das sich daraus ergebende Temperatursignal wird einem Temperaturregler 70 zugeführt. Der Temperaturregler 70 liefert ein Ausgangssignal, das dem Unterschied zu einem vorgegebenen Temperaturwert entspricht, dem Steuerventil 66 für die Strömungsgeschwindigkeit der Kühllungsluft, das in der Verzweigungsrohrleitung 64 vorgesehen ist

- 13 -

909842/0504

- 13 - 17

2816282

und die Strömungsgeschwindigkeit der zugeführten KÜhlungsLuft steuert. Wenn der Staub vom Abgas von Heizkesseln, die Erdölbrennstoffe verwenden, abgeschieden wird, liegt der Sollwert für die Temperatur des Temperaturreglers 70 über dem Taupunkt von Schwefelsäure, d.h. über etwa 350°C, und unter dem Schmelzpunkt von Vanadiumpentoxid, d.h. unter 670°C und vorzugsweise bei etwa 500°C. Bei 500°C wird der unverbrannte Kohlenstoff in den Verbrennungsrückstandsteilchen, die die Verbrennungsgase begleiten, noch als glimmende Asche verbrannt. Die Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt auf der Aussenfläche der Teilchen haben jedoch damit begonnen, sich zu verfestigen und schmelzen daher selbst dann nicht zusammen, wenn die Teilchen aufeinander gehäuft werden.

Bei dem erfindungsgemässen VerbrennungsOfen wird das fluidisierte Wärmeübertragungsmedium oberhalb der perforierten Platte dadurch fluidisiert, dass Oxidationsgas durch die Düse 16 und das Rohr 24 in die vertikale Richtung und in Umfangsrichtungen eingeblasen wird, um Wirbel im Wirbelbett zu erzeugen, und wird das Wärmeübertragungsmedium mit dem Staub in vielen Richtungen vermischt, so dass das fluidisierte Wärmeübertragungsmedium im Wirbelbett überhaupt keine statischen Bereiche hat. Die Wärmekapazität des VerbrennungsOfens ist darüberhinaus aufgrund des Vorhandenseins des fluidisierten Wärmeübertragungsmediums im Ofen sehr gross, so dass sich ein hoher Verbrennungswirkungsgrad ergibt, was eine Selbstverbrennung des Abfalles bei einer relativ niedrigen Temperatur zur Folge hat. Das Zusammenhängen oder Agglomerieren der Abfallteilchen aufgrund des Schmelzens der Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt, das Anhaften des Abfalles an der perforierten Platte und der Innenwand des VerbrennungsOfens und das Aufhäufen des Abfalles können durch eine Verbrennung unter intensivem Umwälzen und bei einer relativ niedrigen Temperatur vermieden werden.

- 14 -

909842/0504

- 14 - 18

2816282

Fig. 7 zeigt Beispiele der Eigenschaften eines herkömmlichen Wirbelbettofens mit der Form eines flachen Troges und einem Wirbelbett mit einem Durchmesser von 600 mm und des erfindungsgemässen Verbrennungsofens mit demselben Durchmesser, wobei die Menge an verarbeitetem Staub jeweils 100 kg pro Stunde beträgt. In der Zeichnung beträgt die Wärmekapazität des Staubes A und B jeweils 1530 Kcal/kg und 2500 Kcal/kg und liegt die Höhe  $L_c$  des Wirbelbettes bei 400 mm. Aus Fig. 7 ergibt sich folgendes:

1. Temperaturverteilung in Längsrichtung des Verbrennungsofens:

Bei einem herkömmlichen Wirbelbettofen zeigen beide eingegebenen Staubarten A und B einen Temperaturanstieg von etwa  $720\text{ }^{\circ}\text{C} + 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  gegenüber der Wirbelbetttemperatur in Bereichen von 1000 bis 1700 mm oberhalb des Wirbelbettes. Das beruht darauf, dass die im Wirbelbett unvollständig verbrannten Bestandteile im freien Raum verbrannt werden, woraus sich ergibt, dass der erfindungsgemässe Verbrennungsofen eine höhere Leistungsfähigkeit oder Verbrennungsgeschwindigkeit als ein herkömmlicher Wirbelbettofen hat, wenn gleiche Materialmengen (100 kg pro Stunde) in jedem Ofen verarbeitet werden.

2. Temperaturverteilung im Querschnitt des Wirbelbettes:

Was die Temperaturverteilung an Punkten im Abstand von 50 mm von der Seitenwand des Ofens zur Mitte des Ofens hin und in Höhen von 100, 200 und 400 mm vom umgebogenen Rand der perforierten Platte anbetrifft, so zeigt das Wirbelbett beim erfindungsgemässen Ofen eine im wesentlichen gleichmässige Temperaturverteilung, wohingegen das herkömmliche Wirbelbett eine konzentrische und konvex verlaufende Temperaturverteilung zeigt, bei der in der Mitte des Ofens die Temperatur um 10 bis  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  höher als an den anderen Bereichen des Ofens ist.

- 15 -

909842/0504

### 3. Druckverteilung im Wirbelbett:

Es wurde der Staudruck an den oben genannten Punkten der Temperaturverteilung gemessen. Der Druck im Wirbelbett bei dem erfindungsgemässen Ofen ist um etwa 50 mm Wassersäule grösser als bei einem herkömmlichen Wirbelbett, was anzeigt, dass bei dem erfindungsgemässen Wirbelbett die Fluidisierung des Wärmeübertragungsmediums besonders lebhaft ist und die Druckverteilung quer über den Ofen aufgrund der Luftwirbel eine konvexe Form hat.

### 4. Druckänderung im Ofen:

Die Druckänderung in einem herkömmlichen Wirbelbett beträgt  $\pm 25$  mm Wassersäule bis  $\pm 35$  mm Wassersäule, wohingegen dieser Wert beim erfindungsgemässen Wirbelbett bei  $\pm 15$  mm Wassersäule liegt. Verglichen mit dem herkömmlichen Wirbelbett ist die Verbrennungsgeschwindigkeit beim erfindungsgemässen Wirbelbett gross und ist die Verbrennung im freien Raum geringer als im Wirbelbett, was mit den Ergebnissen übereinstimmt, die unter Punkt 1 erhalten wurden.

Wie es oben beschrieben wurde, ergibt sich, dass der erfindungsgemässe Ofen ausgezeichnete Verbrennungseigenschaften im Vergleich mit dem herkömmlichen Wirbelbettofen zeigt.

Fig. 8 zeigt die Temperaturverteilung im Ofen und den Zersetzungsprozess der im Staub erhaltenen Bestandteile für den Fall, in dem unter Verwendung des erfindungsgemässen Ofens Staub verbrannt wird, der hauptsächlich aus Ammoniumsulfat und Kohlenstoff besteht.

Die Temperatur im Wirbelbett des erfindungsgemässen Ofens ist in Hinblick auf eine vollständige Verbrennung des Kohlenstoffes und in Hinblick darauf, dass ein Schmelzen und Anhaften

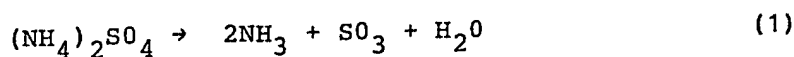
- 46 -

2V

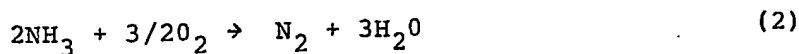
2816282

des Staubes an den Wänden des Ofens vermieden werden soll, auf 550°C bis 730°C vorgewählt. Dieser Temperaturbereich wird dadurch sichergestellt, dass die dem Ofen gelieferten Staub- und Luftmengen gesteuert werden. Der Kohlenstoff beginnt im Wirbelbett bei 450°C und darüber zu verbrennen. Obwohl Vanadiumpentoxid  $V_2O_5$  bei 670°C schmilzt, haftet es niemals an der Ofenwand, da der Anteil an Vanadiumpentoxid vergleichsweise gering ist und der Staub intensiv im Wirbelbett bewegt wird. Ammoniumsulfat  $(NH_4)_2SO_4$  wird bei etwa 120°C weich und verflüssigt sich und verfestigt sich in wenigen Minuten. Folglich ist eine schnelle Erhitzung, Bewegung und Verwirbelung während der Zersetzung und Verbrennung des Ammoniumsulfates wünschenswert, was gut zu dem erfindungsgemässen Ofen passt.

Ammoniumsulfat  $(NH_4)_2SO_4$  zersetzt sich in zwei Schritten im Temperaturbereich von 288°C bis 490°C und wird schliesslich nach der folgenden Gleichung in  $NH_3$  und  $SO_3$  zersetzt:



$NH_3$  und  $SO_3$  reagieren weiter im freien Raum oberhalb des Wirbelbettes nach den folgenden Gleichungen (2) und (3).



Die Höhe des freien Raumes sollte so festgelegt sein, dass die Verweilzeit des Verbrennungsgases, die für den vollständigen Ablauf der obigen Reaktion (2) notwendig ist, sichergestellt ist.

Was die Reaktionskonstante des  $NH_3$  in der obigen Gleichung (2) anbetrifft, so ist die Oxidationsreaktionskonstante K des  $NH_3$

- 17 -

909842/0504

- 17 - 21

2816282

in der Gasphase (Verbrennungsreaktion) für diesen Fall geeignet und durch die folgende Beziehung (4) gegeben:

$$K = 10^{14.61} \cdot e\left(\frac{38,700}{RT}\right) \quad (4)$$

Die Menge an verbranntem  $\text{NH}_3$  pro Reaktionszeiteinheit und pro Reaktionsvolumeneinheit ist darüberhinaus durch die folgende Gleichung (5) gegeben:

$$-d[\text{NH}_3] = K \cdot [\text{NH}_3] \cdot [\text{O}_2] \cdot dt \cdot dV \quad (5)$$

Fig. 9 zeigt in einer grafischen Darstellung die Beziehung zwischen der Verweilzeit und der Ammoniakkonzentration in dem Teil des freien Raumes des Verbrennungsofens, berechnet auf der Grundlage der Gleichungen (4) und (5) für den Fall, dass Ammoniumsulfat mit 30 Gewichtsprozent (C) und mit 75 Gewichtsprozent (D) im Staub enthalten ist. In Fig. 9 sind die Ergebnisse der Messung der Konzentration des Ammoniums im Verbrennungsgas, das aus dem Auslass des Verbrennungsofens strömt, durch schwarze Punkte wiedergegeben. Die Konzentration von  $\text{NH}_3$  beträgt 14200 ppm am Einlass des freien Raumes des Verbrennungsofens, wobei das  $\text{NH}_3$  schnell im Hochtemperaturbereich in der Nähe des Einlasses des freien Raumes verbrannt wird, innerhalb 1 Sekunde auf etwa 500 ppm abnimmt und auf weniger als 1 ppm in etwa 3,5 bis 4,0 Sekunden in der Nähe des Auslasses des Ofens reduziert wird. Die Verweilzeit, die nämlich für das  $\text{NH}_3$  im Gas erforderlich ist, damit es im wesentlichen vollständig in dem freien Raum zersetzt wird, beträgt etwa 3,5 Sekunden und mehr bei etwa 550°C bis 700°C, was einer Höhe des freien Raumes von etwa 5 m und mehr entspricht. In diesem Fall beträgt darüberhinaus die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Gases im freien Raum experimentellen Werten entsprechend 0,5 bis 1,0 m/sek.

- 18 -

909842/0504

- 18 - 22

2816282

Wie es oben beschrieben wurde, wird das  $\text{NH}_3$  im Verbrennungsgas nahezu vollständig verbrannt und kann die Neubildung und Rekristallisation von Ammoniumsulfat  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ , Ammoniumsulfid  $(\text{NH}_4\text{HSO}_3)$  und ähnlichem im Verbrennungsgas nach der Abkühlung vermieden werden, wohingegen die Reduktion von  $\text{SO}_3$  nach der Gleichung (2) nur eine Ausbeute von 50 bis 85 % liefert. Aus diesem Grunde wird die Temperatur des Verbrennungsgases über der des Taupunktes von  $\text{SO}_3$  von etwa  $350^\circ\text{C}$  und unter dem Schmelzpunkt der Verbindungen mit niedrigem Schmelzpunkt von gewöhnlich etwa  $500^\circ\text{C}$  gehalten, wodurch vermieden wird, dass der Leitungskanal durch Schwefelsäure korrodiert wird und im Leitungskanal Asche hängen bleibt.

Im folgenden wird anhand von Fig. 10 ein Verfahren zum Verbrennen von Ammoniumsulfat und Vanadiumverbindungen enthaltendem Staub, der durch einen elektrischen Abscheider in einem Wärmekraftwert abgeschieden wird, und von Schlamm, der von einem Wärmekraftwerk stammt, unter Verwendung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Verbrennungsofens mit einem Wirbelbett und einer sich daran anschliessenden Verwendung eines Drehofens beschrieben. Wie es in der Zeichnung dargestellt ist, ist der durch den elektrischen Abscheider abgeschiedene Staub in einem Behälter 72 enthalten und wird der Staub dem Wirbelbett 80 eines Verbrennungsofens 76 über eine Förderschnecke 74 zum Zuführen des Staubes eingegeben. Der Staub kann direkt unter Verwendung der Förderschnecke oder durch die Verwendung eines pneumatischen Förderers ohne den Behälter 72 in den Verbrennungsofen eingegeben werden. Wenn dem durch den elektrischen Abscheider abgeschiedenen Staub Wasser zugesetzt wird, um ihn zu Pellets zu verarbeiten und diese als Eingabematerial zu verwenden, kann ein elektromagnetischer Vibrationsförderer verwandt werden. Schlamm oder anderes Eingabematerial kann über eine Förderschnecke 78 dem Verbrennungsofen 76 zugeführt werden. Um eine konstante Schlammmenge zuzuführen, ist jedoch auch ein Extruder mit einem Kolben verwendbar. Der

- 19 -

909842/0504



- 19 -

23

2816282

Verbrennungsofen 76, der ein erfindungsgemässes Wirbelbett 80 aufweist, enthält nicht-aktive Teilchen, die hochtemperaturbeständig sind, wie beispielsweise Sand, als Wärmeübertragungsmedium des Wirbelbettes 80. Ein Teil der Druckluft, die von einem Leistungsgebläse 82 zugeführt wird, wird durch eine Luftkammer 84 und eine konisch geformte perforierte Platte 86 dem Wirbelbett 80 zugeführt. Ein anderer Teil der Luft wird durch eine Luftkammer 88 zugeführt, während noch ein anderer Teil der Luft direkt von der oben erwähnten perforierten Platte in das Wirbelbett 80 eingegeben wird. Auf die Achse des Verbrennungsofens zu werden die Perforationen der perforierten Platte immer dichter, d.h. wird die Anzahl der Öffnungen grösser, so dass das Wirbelbett leicht gebildet werden kann. Wenn Staub und Schlamm verbrannt werden, steigt die Temperatur des freien Raumes 90 an und haften nicht verbrannte Schlamm- und Staubteilchen an der Innenwand des freien Raumes 90 als Folge von Materialien mit niedrigem Schmelzpunkt, wie beispielsweise Vanadiumoxid und ähnlichem. Aus diesem Grunde wird eine KuhlungsLuftschicht neben der Wandfläche nahe beim freien Raum 90 gebildet, was zur Folge hat, dass die Temperatur der Wandfläche auf weniger als 670°C herabgesetzt wird. Diese Kühleinrichtung umfasst ein Luftgebläse 92 zum Zuführen der KuhlungsLuft, eine Rohrleitung 94, die mit dem Luftgebläse 92 in Verbindung steht und Düsen 96, die die KuhlungsLuftschicht entlang der Innenwandfläche des Verbrennungsofens 76 ausbilden. Zusätzlich ist der Verbrennungsofen 76 mit einem Hilfsbrenner 98 versehen, der dazu verwandt werden kann, den Verbrennungsvorgang des Abfalles in Gang zu setzen und die Verbrennungstemperatur des Verbrennungsvorganges zu steuern. Eine Rohrleitung 100 liefert den Luftstrom, eine Rohrleitung 102 führt einen Brennstoff, wie beispielsweise Leichtöl, zu und eine Rohrleitung 104, die von der Rohrleitung 94 abzweigt, liefert die Luft für die Verbrennung im Hilfsbrenner 98.

- 20 -

909842/0504

- 20 - 24

2816282

Das Abgas, das nicht verbrannte Teilchen enthält und vom Verbrennungssofen 76 ausgegeben wird, geht durch eine Rohrleitung 106 und wird einem einzigen Zyklon 108 zugeführt, in dem die grossen Teilchen abgetrennt werden. Das Abgas geht weiter durch eine Rohrleitung 110, einen Multizyklon 112, eine Rohrleitung 114 und ein Ansauggebläse 116 und wird in ein Kesselflamrohr ausgegeben, das eine Rohrleitung für einen elektrischen Abscheider bildet. Gleichzeitig wird Luft von einer Rohrleitung 118 zu einer Rohrleitung 114 zugeführt, um die Temperatur des Abgases zu steuern.

Das gesamte Abgas oder ein Teil des Abgases vom Multizyklon 112 kann über die Leitung 130 und das Gebläse 82 dem Verbrennungssofen 76 wieder zugeführt werden und als Oxidationsgas verwandt werden. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Temperatur des Wirbelbettes 80 und des freien Raumes 90 aufgrund des Sauerstoffüberschusses im Oxidationsgas zu stark ansteigt. Der Grund dafür, dass das Abgas vorzugsweise rückgeführt wird, wird im folgenden dargestellt. Die Menge an Oxidationsgas, die notwendig ist, um den Abfall in einem Wirbelbett zu verbrennen, steht nicht mit der Gasmenge in Übereinstimmung, die erforderlich ist, um das Wirbelbett auszubilden. Wenn beispielsweise die zu verbrennende Abfallmenge gering ist und eine geringe Luftmenge zum Verbrennen des Abfalles erforderlich ist, wird die Luftmenge, die zur Ausbildung eines Wirbelbettes erforderlich ist, zu gross, um den Abfall zu verbrennen, was zur Folge hat, dass die Temperatur des Wirbelbettes zu hoch wird. Das führt dazu, dass der Verbrennungssofen eine beträchtliche Menge an Stickstoffoxiden bildet. Im allgemeinen wird 20 bis 50 Volumenprozent des Verbrennungsgases zum Verbrennungssofen rückgeführt.

Der nicht verbrannte Teilchen enthaltende Staub, der in dem Einzelzyklon 108 und dem Multizyklon 112 abgeschieden wird, wird anschliessend einem Drehofen 124 über einer Rohrleitung 120 und einer Förderschnecke 122 jeweils zugeführt. Die vollständige

- 21 -

909842/0504

- 24 - 25

2816282

Verbrennung der nicht verbrannten, im Staub verbliebenen Anteile und die Pelletisierung des Staubes erfolgen im Drehofen 124. Danach werden die in dieser Weise erzeugten Pellets einem Aschesammelbehälter 126 zugeführt. Das vom Drehofen 124 ausgegebene Abgas wird über eine Rohrleitung 128 der Rohrleitung 110 zugeführt.

Im Verbrennungsofen 76 werden Schlamm und Staub über das ganze erfindungsgemäße Wirbelbett durch die intensiven Misch- und Wirbelbewegungen des fluidisierten Wärmeübertragungsmediums verteilt und gleichzeitig durch die Wärme des fluidisierten Wärmeübertragungsmediums erhitzt und getrocknet. Zu dieser Zeit wird der Schlamm verteilt und verbrannt, während er sich schwebend unter den Teilchen des fluidisierten Wärmeübertragungsmediums bewegt. Die im Schlamm enthaltenen flüchtigen verbrennbaren Bestandteile werden vergast und verbrannt, die festen verbrennbaren Bestandteile, die hauptsächlich aus Kohlenstoff bestehen, werden entzündet und verbrannt und die in dieser Weise erhaltene Asche wird zerstäubt. Das Ammoniumsulfat, das im Staub enthalten ist, wird augenblicklich zersetzt und vergast und das Ammonium wird verbrannt, während der enthaltene Kohlenstoff angezündet und verbrannt wird.

Der freie Raum 90 oberhalb des Wirbelbettes 80 enthält eine Gasphase, die eine kontinuierliche Phase ist sowie eine verdünnte Phase der fluidisierten Wärmeübertragungsteilchen, die als diskontinuierliche Phase wirkt. Die aus dem Wirbelbett 80 im nicht verbrannten Zustand herauskommenden Kohlenstoffteilchen werden mit Sauerstoff in Berührung gebracht und verbrannt und ein Teil des aus der Zersetzung des Ammoniumsulfats erzeugten  $\text{SO}_3$  wird dissoziiert.

Im Drehofen 124, der als Nachverbrennungsofen verwandt wird, werden die in der Asche verbliebenen nicht verbrannten Bestandteile in einem Gleichstrom verbrannt und werden Pellets erzeugt.

- 22 -

909842/0504

- 22 - 26

2816282

In diesem Fall erfolgt gewöhnlich eine geringe Hilfsverbrennung und wird die Strömungsgeschwindigkeit des Gases herabgesetzt, um eine Verstreuung von Flugasche zu vermeiden. Das vom Drehofen 124 ausgegebene Verbrennungsgas wird einem Multizyklon 112 zugeführt, in dem die Asche vom Verbrennungsgas abgeschieden wird, und dem elektrischen Abscheider im Kesselflammrohr durch das Ansauggebläse 116 zurückgeführt, so dass eine Verbrennung möglich ist, die wie ein vollständig geschlossenes System abläuft.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel werden Schlamm und Staub hauptsächlich im Wirbelbett verbrannt, so dass die Beladung des Drehofens, der der Nachverbrennungssofen ist, im beträchtlichen Masse herabgesetzt wird. Verglichen mit der Verbrennung im herkömmlichen Drehofen kann die Kapazität des Drehofens beispielsweise nur 1/5 betragen. Da darüberhinaus die Wärmeerzeugung der im Drehofen zu verbrennenden Asche gering ist, ergibt sich kein örtlicher Anstieg der Temperatur während der Verbrennung, wodurch eine Abnahme der Menge an Asche, die geschmolzen wird und an der Innenwand des Drehofens haftet, möglich ist.

#### Beispiel:

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird Staub, der von einem elektrischen Abscheider eines Heizkessels für ein Wärmekraftwerk abgeschieden ist, unter Verwendung des in Fig. 1 dargestellten Wirbelbettes und nach dem Flussdiagramm von Fig. 11 verbrannt. Die Zusammensetzung des Staubes umfasst 36 Gewichtsprozent Kohlenstoff, 54 Gewichtsprozent  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 10 Gewichtsprozent Asche und eine Spur Wasser. Der Heizwert des Staubes beträgt 3000 Kcal/kg. Das Wirbelbett hat die folgende Beschaffenheit:

Offener Flächenbereich der perforierten Platte	1,0 %
Stärke der perforierten Platte	10 mm
Durchmesser der Öffnungen in der perforierten Platte	3 mm
Innendurchmesser des Verbrennungsofens	600 mm

- 23 -

909842/0504

- 23 - 27

2816282

Höhe des freien Raumes	etwa 5 m
Höhe des Wirbelbettes zum Zeitpunkt der Fluidisierung	400 mm
dem Wirbelbett zugeführte Luft	600 Nm <sup>3</sup> /h
Temperatur des Wirbelbettes	etwa 730°C
Luft, die als Kühllungsluft zum Kühlen der Innenwand des freien Raumes zugeführt wird	190 Nm <sup>3</sup> /h
Luft, die als Kühllungsluft für den Auslass des Verbrennungssofens zugeführt wird	450 Nm <sup>3</sup> /h
Temperatur des Gases am Auslass des Verbrennungssofens	500°C

Das vom Auslass des Verbrennungssofens kommende Abgas wird dem Zyklon 134 geliefert, einem Luftvorheizer 136 zugeführt, wo das Gas einem Wärmeaustauschprozess unterworfen wird, einem Multizyklon 140 geliefert und einer Entschwefelungsvorrichtung 142 über ein Ansauggebläse 140 zugeführt und durch einen Kamin 144 an die Aussenluft abgegeben. Ein Teil der Kühllungsluft wird dem freien Raum 148 des Verbrennungssofens über ein Ansauggebläse 146 zugeführt, während ein anderer Teil dem Wirbelbett 150 über einen Luftvorheizer 136 zugeführt wird.

Die Menge an Asche, die durch den Zyklon 134, den Luftvorheizer 136 und den Multizyklon 140 gesammelt wird, beträgt jeweils 5,8 kg/h, 0,5 kg/h und 3,4 kg/h. Die Gesamtmenge an Asche wird einem Nachverbrennungssofen (Drehofen) 152 zugeführt, in dem die nicht verbrannten Anteile vollständig verbrannt werden und wird danach nach Aussen abgegeben. Die Gesamtmenge an ausgegebener Asche beträgt 9,7 kg/h und enthält 5,42 Gewichtsprozent V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,0 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 0,0 Prozent (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Die Temperatur des vom Multizyklon 138 abgegebenen Gases beträgt 350°C und die der Entschwefelungsvorrichtung 142 gelieferte Gasmenge beträgt 2850 Nm<sup>3</sup>/h, während die Temperatur des Gases am Auslass der Entschwefelungsvorrichtung 142 65°C beträgt.

- 24 -

909842/0504

-24- 28

2816282

Der erfindungsgemässe Verbrennungsofen hat die folgenden Vorteile:

1. Da eine Selbstverbrennung bei einer relativ niedrigen Temperatur von weniger als 780°C durchgeführt werden kann, kann die Menge an Hilfsbrennstoff so klein wie möglich gehalten sein oder kann ohne Hilfsbrennstoff ausgekommen werden und kann das Schmelzen und Agglomerieren des Staubes im Wirbelbett so klein wie möglich gehalten werden oder überhaupt vermieden werden, so dass ein daraus resultierendes Blockieren des Wirbelbettes und eine Verschlechterung der wärmebeständigen Materialien verhindert werden kann.
2. Da die Brennleistung pro Querschnittsfläche des Verbrennungsofens gross sein kann, kann die Baufläche in Vergleich mit einem Drehofen klein sein, so dass eine höhere Brennleistungsfähigkeit erzielbar ist.
3. Da die Temperatur im Verbrennungsofen niedrig ist, ist die Menge an Stickstoffoxiden  $\text{NO}_x$ , die in den Abgasen enthalten ist, gering.
4. Industrielle Abfälle, wie beispielsweise Staub- und Schlammmaterialien beliebiger Form, beispielsweise Teilchen, Granulate und Blöcke, können verarbeitet werden, so dass sich eine grosse Flexibilität bezüglich Änderungen in der Materialmenge und Zusammensetzung ergibt. Darüberhinaus kann der Verbrennungsrückstand in Form eines Pulvers erhalten werden, so dass er leicht abgefüllt werden kann und können die wertvollen Metalle leicht rückgewonnen werden.

909842/0504

Nummer: 28 16 282  
 Int. Cl.2: F 23 G 7/04  
 Anmeldetag: 14. April 1978  
 Offenlegungstag: 18. Oktober 1979

- 33 -

2816282

14. April 1978

P 12 633

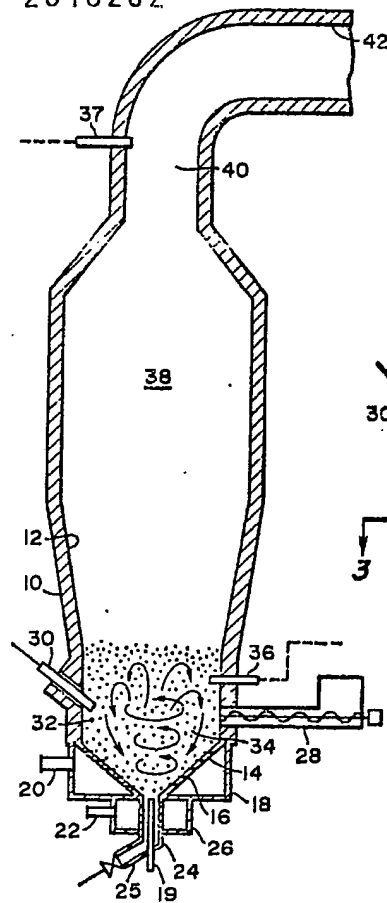


FIG. 1

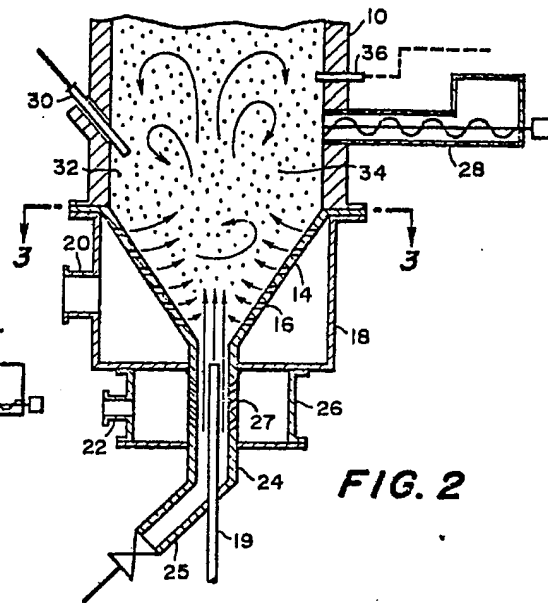


FIG. 2

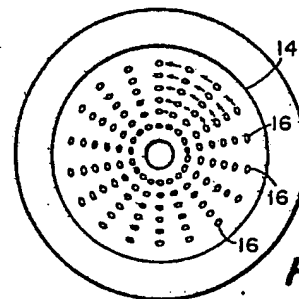
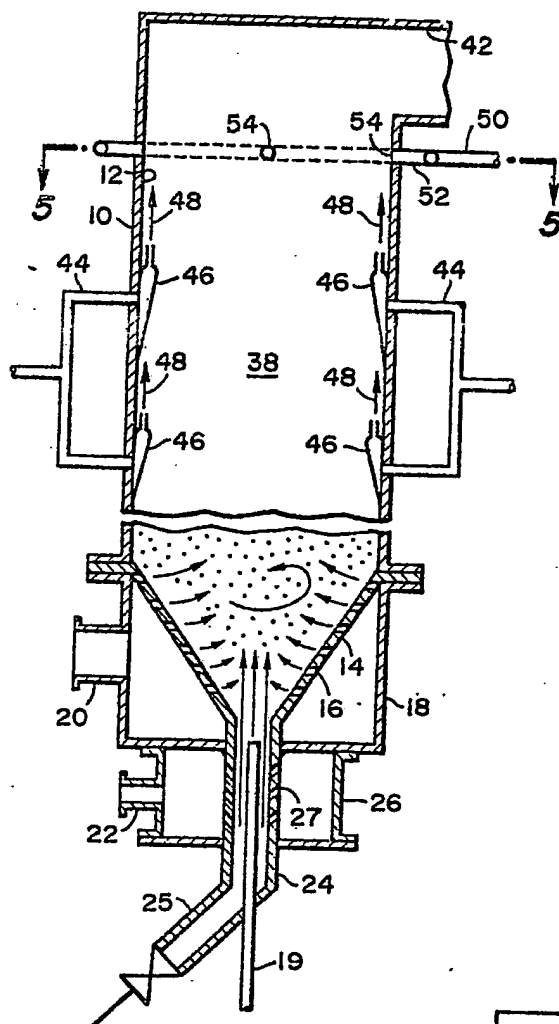
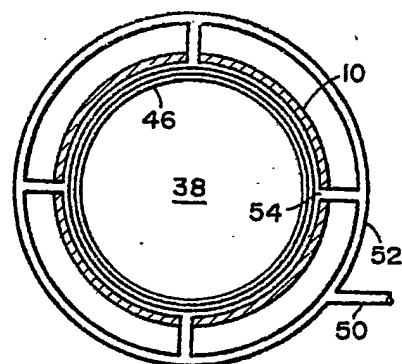
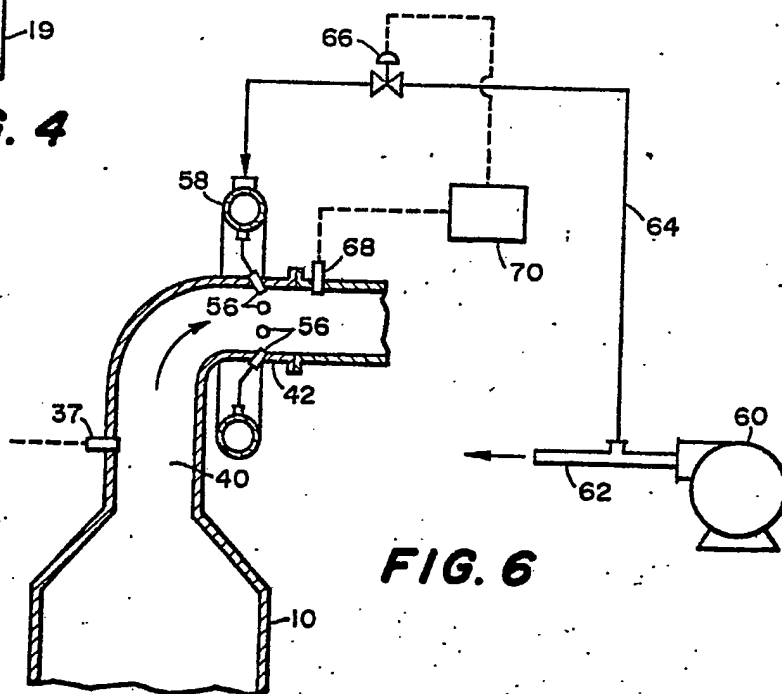


FIG. 3

909842/0504

-29-

2816282

**FIG. 4****FIG. 5****FIG. 6**

909842/0504



-30-

2816282

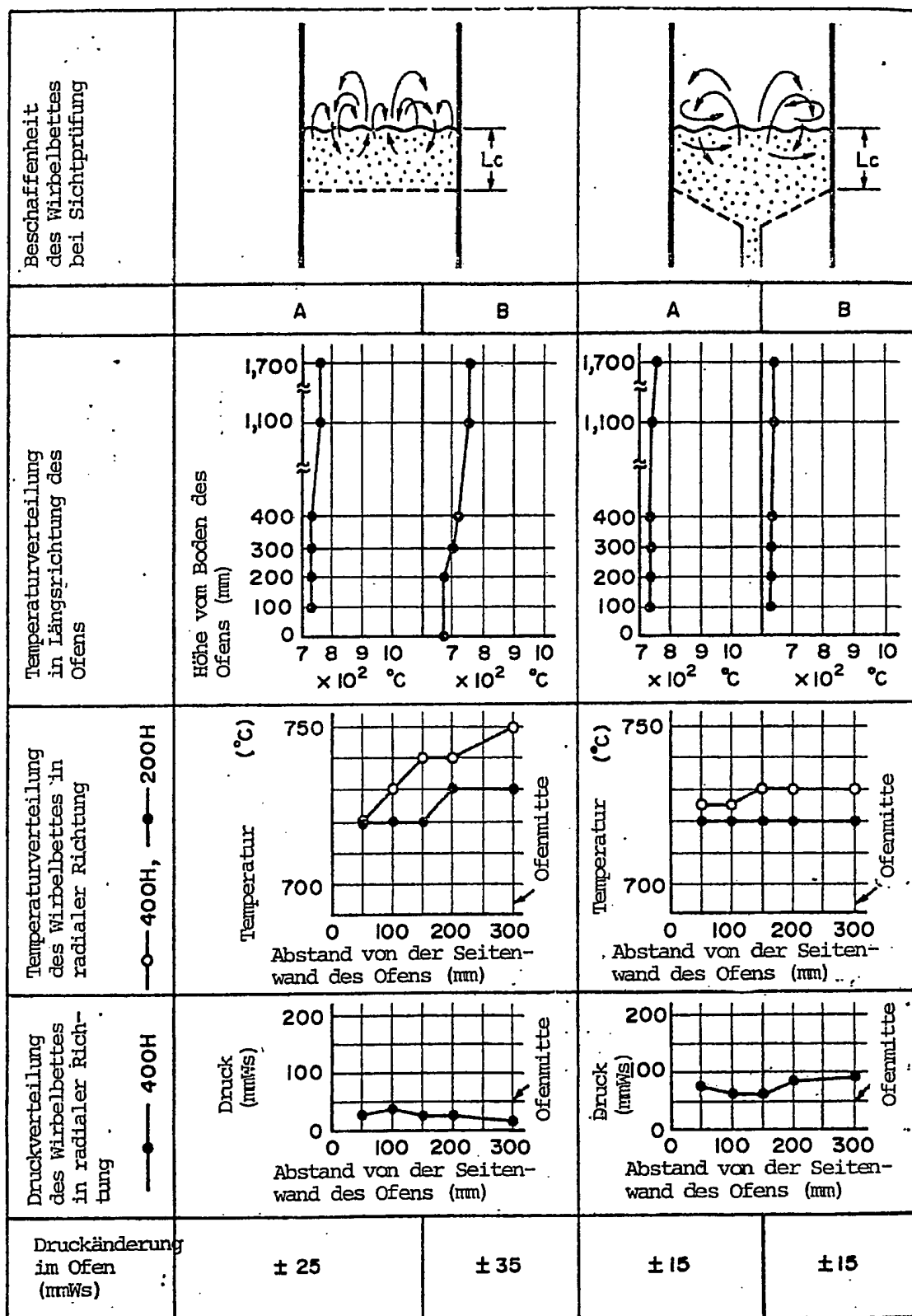


FIG. 7

909842/0504

- 31 -

2816282

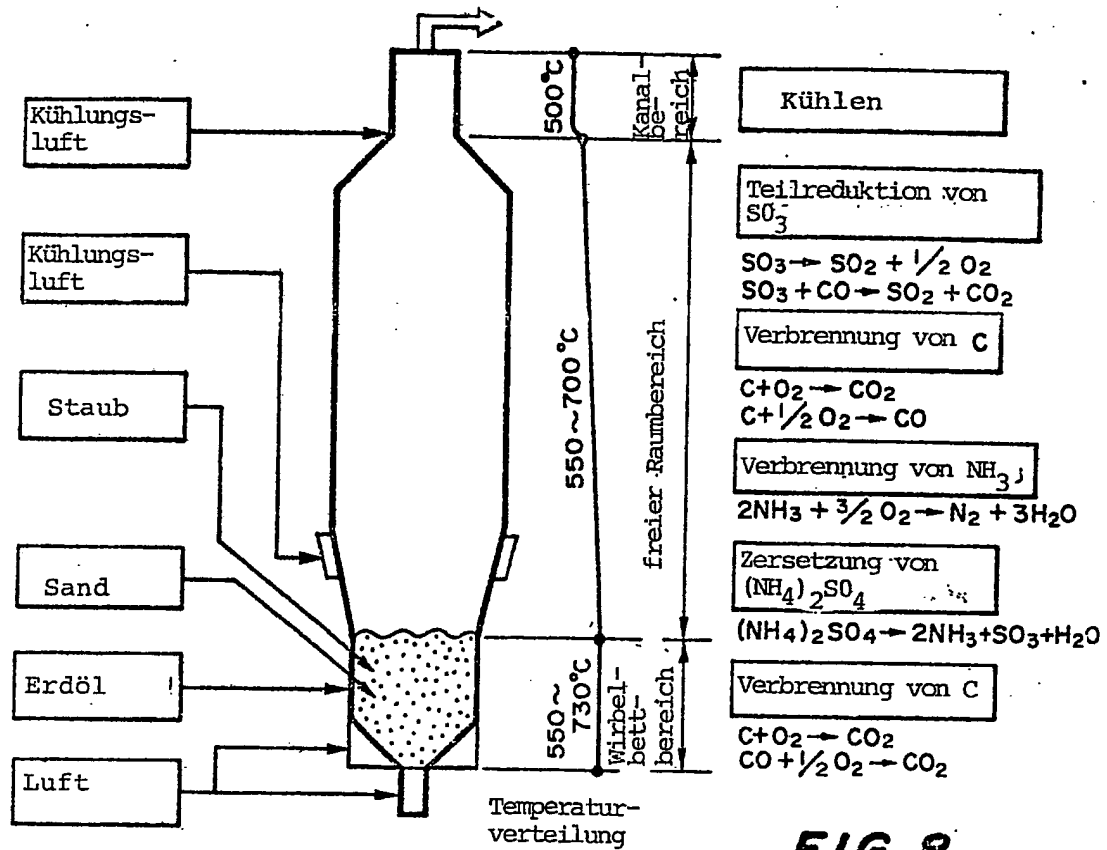


FIG. 8

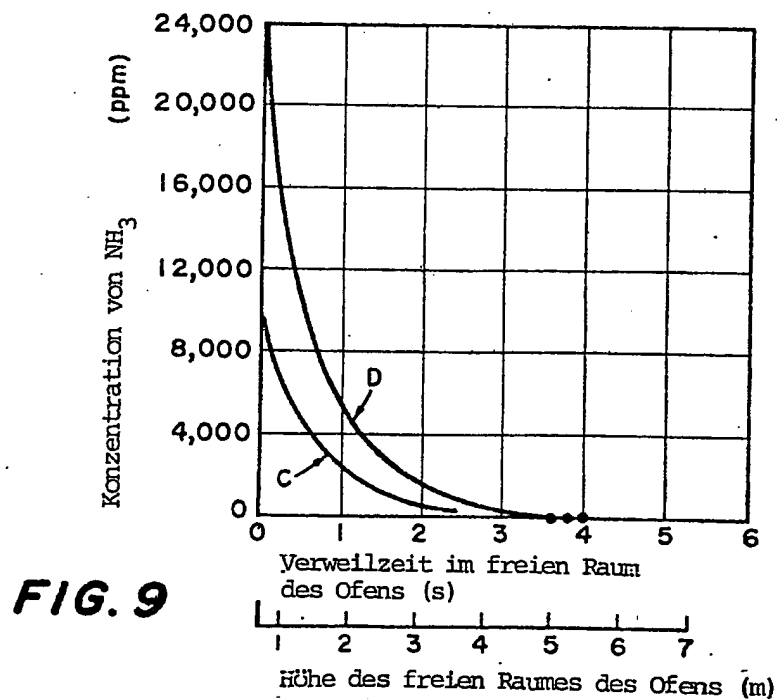


FIG. 9

909842/0504

- 32 -

2816282

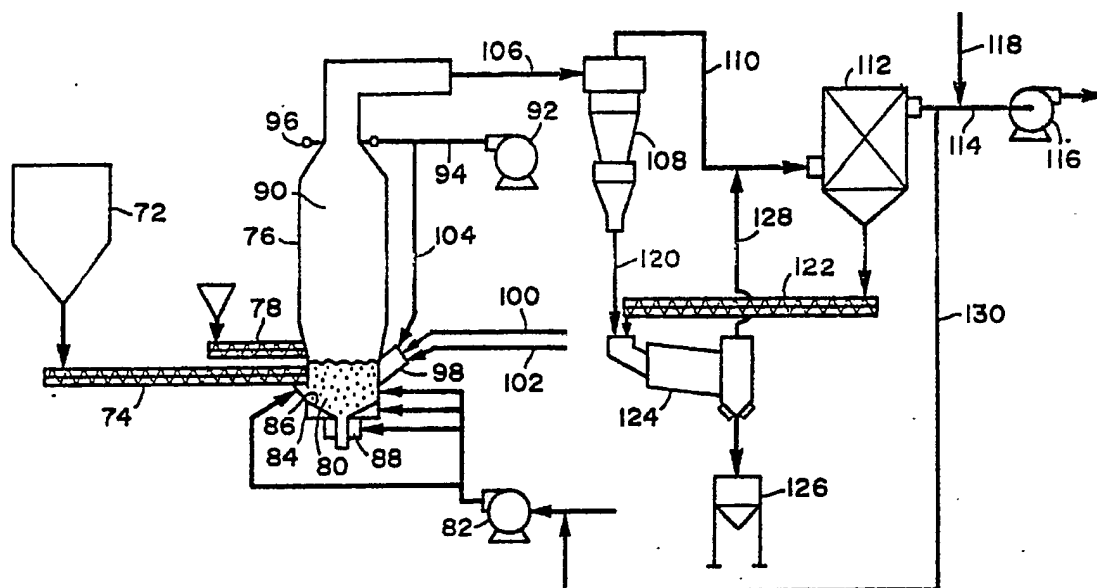


FIG. 10

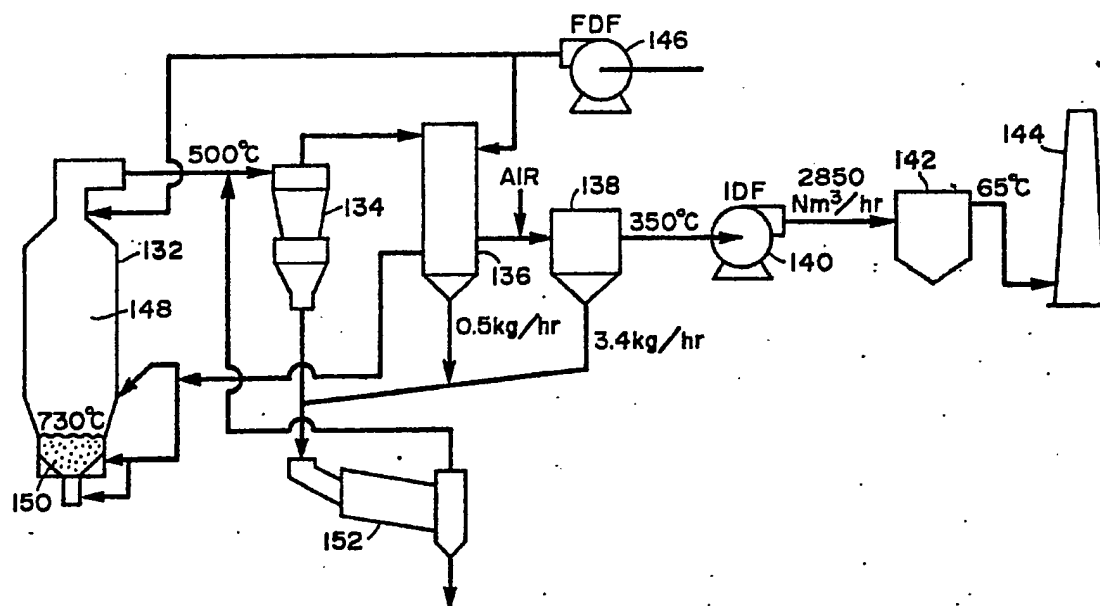


FIG. 11

909842/0504